

⑯ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENTAMT

⑯ Offenlegungsschrift

⑯ DE 3404673 A1

⑯ Int. Cl. 4:

G 03 H 1/04

G 03 F 7/20

G 11 B 5/84

⑯ Aktenzeichen: P 34 04 673.9

⑯ Anmeldetag: 10. 2. 84

⑯ Offenlegungstag: 14. 8. 85

DE 3404673 A1

⑯ Anmelder:

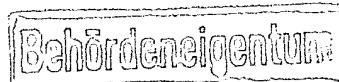
IBM Deutschland GmbH, 7000 Stuttgart, DE

⑯ Vertreter:

Teufel, F., Dipl.-Phys., Pat.-Ass., 7030 Böblingen

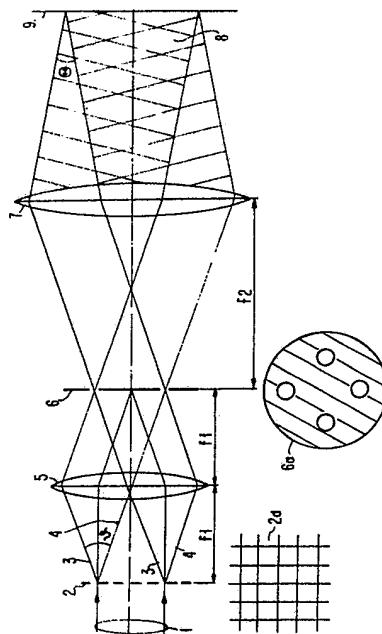
⑯ Erfinder:

Elsner, Gerhard, Dipl.-Phys. Dr., 7032 Sindelfingen, DE; Järisch, Walter, Dipl.-Phys. Dr., 7030 Böblingen, DE; Korth, Hans-Erdmann, Dipl.-Phys., 7000 Stuttgart, DE; Makosch, Günter, Dipl.-Phys., 7032 Sindelfingen, DE



⑯ Photolithographische Einrichtung und damit hergestellte magnetische Oberflächenspeicher

Zur Erzeugung großflächiger periodischer Muster werden die mit einer photoempfindlichen Schicht bedeckten Substrate (9) in das Interferenzfeld (8) gebracht, das von vier ebenen, gegeneinander geneigten Wellen hervorgerufen wird. Die ebenen Wellen entstehen durch Aufspaltung eines Laserstrahlenbündels (1) in einem holographischen Kreuzgitter (2), das die gesamte auftreffende Lichtenergie in die vier ersten Beugungsordnungen richtet. Zur Kollimation der Beugungsbündel werden vorzugsweise großflächige Spiegeloptiken eingesetzt, mit denen der Neigungswinkel der ebenen Wellen gegeneinander verändert werden kann. Mit der photolithographischen Einrichtung können magnetische Oberflächenspeicher mit senkrecht stehenden inselförmigen Magnetisierungsbereichen erzeugt werden oder andere Oberflächen, die mit eng gepackten, senkrecht stehenden Nadeln bedeckt sind.



DE 3404673 A1

P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Photolithographische Einrichtung zur Herstellung periodischer Mikrostrukturen auf einem Substrat (9), das mit einer photoempfindlichen Schicht bedeckt ist und in ein Interferenzfeld (8) gebracht wird, das durch Überlagerung mehrerer ebener, gegeneinander geneigter kohärenter Wellen entsteht, dadurch gekennzeichnet,
5 daß die kohärenten Wellen durch Beugung eines Laserstrahlbündels (1) an einem holographischen Kreuzgitter (2) erzeugt werden, das als Phasengitter ausgebildet ist und im wesentlichen die gesamte Energie des auftreffenden Laserstrahlbündels (1) in die vier ersten Beugungsordnungen lenkt.
- 10 15 2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
daß eine Sammellinse (5) im Abstand ihrer Brennweite f_1 hinter dem Kreuzgitter bzw. vor einer Lochblende (6) angeordnet ist, um die vier ersten Beugungsordnungen auf vier symmetrisch angeordnete Öffnungen der Lochblende zu fokussieren und daß 20 25 hinter der Lochblende eine Kollimierungsoptik (7) im Abstand ihrer Brennweite f_2 angeordnet ist.
- 30 3. Einrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,
daß sich die Brennweiten der Sammellinse (5) und der Kollimierungsoptik (7) wie $f_1:f_2 = 1:2$ verhalten, um die Gitterkonstante (G) des Interferenzfeldes (8) ungefähr gleich der Gitterkonstante (g) des Kreuzgitters (2) zu machen.

4. Einrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß die vier ersten Beugungsordnungen durch eine
Sammellinse (35) auf einem Punkt (F) der optischen
Achse fokussiert werden, daß die von dort ausge-
henden divergenten Strahlenbündel durch die vier
Seitenflächen eines pyramidenförmigen Spiegels
(36) zu vier Paraboloidspiegeln (37) abgelenkt
werden, deren gemeinsamer Brennpunkt (P) auf der
optischen Achse liegt, und daß der pyramidenförmige
Spiegel (36) und die Paraboloidspiegel (37)
verschiebbar sind.
5. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
gekennzeichnet durch ihre Verwendung bei der
photolithographischen Herstellung von Kühlkörpern
für integrierte Schaltungen, die aus einer
Vielzahl von mikroskopischen Kühlfingern mit
dazwischen angeordneten Kühlkanälen bestehen.
15. Magnetischer Oberflächenspeicher mit magneti-
sierbaren Bereichen, deren Magnetisierungsvektor
senkrecht zur Oberfläche in eine stabile Lage
gebracht werden kann,
dadurch gekennzeichnet,
daß senkrecht auf einem Substrat (72) eine Viel-
zahl photolithographisch definierter, voneinander
getrennter, länglicher, magnetischer Stäbchen (71)
mit Abmessungen im Mikronbereich stehen, die in
eine nichtmagnetische Füllmasse eingebettet sind.
20. Magnetischer Oberflächenspeicher nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
daß die magnetischen Stäbchen aus Ferritpartikeln
in einer Bindemasse bestehen.
25. Magnetischer Oberflächenspeicher nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
daß die magnetischen Stäbchen aus Ferritpartikeln
in einer Bindemasse bestehen.
30. Magnetischer Oberflächenspeicher nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
daß die magnetischen Stäbchen aus Ferritpartikeln
in einer Bindemasse bestehen.
35. Magnetischer Oberflächenspeicher nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
daß die magnetischen Stäbchen aus Ferritpartikeln
in einer Bindemasse bestehen.

- 3 -

8. Magnetischer Oberflächenspeicher nach Anspruch 6 oder 7,
gekennzeichnet durch seine Herstellung mit einer photolithographischen Einrichtung nach einem der 5 Ansprüche 1 bis 4.

9. Magnetischer Oberflächenspeicher nach Anspruch 6 oder 7,
dadurch gekennzeichnet,
daß zu seiner Herstellung als photolithographisches Muster das Speckle-Muster eines Lasers verwendet wird und daß die Größe der einzelnen magnetisierbaren Bereiche durch die Apertur des Laserstrahlenbündels bestimmt wird.
10

Anmelderin:

IBM Deutschland GmbH
Pascalstraße 100
7000 Stuttgart 80

Photolithographische Einrichtung und damit hergestellte
magnetische Oberflächenspeicher

Die Erfindung betrifft eine photolithographische Einrichtung nach dem Oberbegriff des Hauptanspruchs; die Erfindung wird bevorzugt zur Herstellung magnetischer Oberflächenspeicher mit vertikal orientierter Magnetisierungsrichtung eingesetzt.

Moderne photolithographische Verfahren, die insbesondere zur Herstellung integrierter monolithischer Schaltungen verwendet werden, ermöglichen es, Strukturen mit charakteristischen Abmessungen im Mikron- und Submikronbereich zu definieren. Im allgemeinen handelt es sich dabei um relativ kleine Gebiete von weniger als 1 cm², die durch Masken belichtet werden. Das Muster der Maske wird dabei entweder als Schattenwurf oder mit Hilfe einer Abbildungsoptik, die im Maßstab 1:1 oder verkleinernd wirkt, abgebildet. Da größere Masken mit der notwendigen Genauigkeit nicht oder nur sehr schwer herzustellen sind, erfolgt die Belichtung größerer Gebiete durch mehrmaliges Verschieben zwischen Maske und dem mit einem photoempfindlichen Lack bedeckten Substrat. Dieser Vorgang erfordert wiederum eine hohe Präzision und einen beträchtlichen Zeitaufwand.

Wenn die zu erzeugenden Mikrostrukturen regelmäßig angeordnet sind, kann in bestimmten Fällen anstelle einer Belichtungsmaske ein Interferenzfeld aus ebenen Lichtwellen verwendet werden. Ein Beispiel für ein derarti-

ges Verfahren ist in der deutschen Offenlegungsschrift 29 52 607 beschrieben. Dort werden in einem symmetrischen Aufbau drei ebene Lichtwellen auf einer photoempfindlichen Schicht zur Überlagerung gebracht und erzeugen durch ihre Interferenz periodische Mikrostrukturen mit Abmessungen im Bereich von Mikrometern, die beispielsweise als Fliegenaugen-Linsen eingesetzt werden können. Weitere Anwendungsgebiete sind die Herstellung von Mikrosieben, von Druckvorlagen, von optischen Streuscheiben, von Katalysatorflächen, die in der Chemie nützlich sein können, usw. Die Verwendung dieses bekannten Verfahrens zur Herstellung von sehr großflächigen Mikrostrukturreliefs scheitert jedoch an Problemen der Stabilität und insbesondere der Lichtintensität in den interferierenden Wellen, da diese nur einen geringen Bruchteil des einfallenden Lichtes enthalten (um die Kohärenzbedingung für die interferierenden Wellen zu erfüllen, werden drei sehr kleine Lochblenden verwendet, die als Lichtquellen dienen und von einem gemeinsamen Laserstrahl beleuchtet werden).

Die vorliegende Erfindung stellt sich daher die Aufgabe, eine photolithographische Einrichtung der eingangs genannten Art anzugeben, die bei einfachem Aufbau sehr großflächige Felder mit Mikrostrukturen erzeugen kann und insbesondere die wirtschaftliche Herstellung neuartiger, photolithographisch strukturierter magnetischer Oberflächenspeicher ermöglicht.

Diese Aufgabe wird durch die in den Ansprüchen 1 und 6 gekennzeichnete Erfindung gelöst; Ausgestaltungen der Erfindung sind in den davon abhängigen Ansprüchen gekennzeichnet.

Die hier vorgeschlagene Einrichtung verwendet zur Definition periodisch strukturierter Belichtungsfelder mindestens zwei ebene Lichtwellen mit zueinander geneigten optischen Achsen, die im Bereich eines mit 5 photoempfindlichen Schichten bedeckten Substrats zur Interferenz gebracht werden. Um die erforderlichen Belichtungszeiten der photoempfindlichen Schicht klein zu halten, werden die interferierenden Wellen durch Beugung des Strahlenbündels eines starken Lasers an 10 einem optischen Phasengitter erzeugt, das für ausgewählte Beugungsordnungen einen sehr hohen optischen Wirkungsgrad aufweist. Die Strahlführung für die gebeugten Lichtwellen bis zu deren Wiedervereinigung im Interferenzfeld erfolgt vorzugsweise durch katadioptrische Elemente, um Abbildungsfehler (und damit Periodizitätsfehler der erzeugten Struktur) möglichst gering 15 zu halten. Durch Änderung der Strahlführung können die Abmessungen der erzeugten Mikrostrukturen im Bereich von weniger als 1 μ bis zu einigen 100 μ geändert werden. 20

Durch die Lichtstärke der hier vorgeschlagenen Anordnung ist es möglich, photoempfindliche Schichten mit Abmessungen bis zu ungefähr 0,5 Meter in so kurzen 25 Zeiten zu belichten, daß keine besonderen Vorkehrungen bezüglich der mechanischen Stabilität getroffen werden müssen. Dabei können handelsübliche Laser verwendet werden.

30 Mit der hier vorgeschlagenen photolithographischen Einrichtung wird außerdem ein Herstellverfahren für neuartige magnetische Oberflächen-Schichtspeicher ermöglicht. Die heute in großem Umfang verwendeten magnetischen Plattspeicher mit einer Oberflächenschicht aus ferromagnetischen Teilchen in einer Bindemasse benötigen zur 35

magnetischen Speicherung eines einzigen Bits eine relativ große Fläche, da die Magnetisierung in der Ebene der Oberfläche liegt. Höhere Speicherdichten lassen sich erreichen, wenn stattdessen die Magnetisierung senk-

5 recht zur Oberfläche ausgerichtet wird, was jedoch gewisse Kunstgriffe erfordert, da in dieser Orientierung keine leichte Magnetisierungsrichtung vorliegt und die Speicherung somit instabil ist. Plattspeicher mit vertikaler Magnetisierungsrichtung erfordern daher 10 schwierig herzustellende magnetisierbare Schichten (z.B. metallische Dünnfilme oder entsprechend ausgerichtete magnetische Partikel in einem Trägermaterial); außerdem treten bei derartigen neuen Schichten häufig Stabilitäts- und Korrosionsprobleme auf.

15 Mit dem hier vorgeschlagenen photolithographischen Herstellverfahren können nun die bekannten und bewährten Eisenoxidschichten so strukturiert werden, daß auch in ihnen eine vertikale Magnetisierung stabil ist. Dazu 20 werden die magnetischen Elementarbereiche als einzelne voneinander getrennte, senkrecht stehende Stäbchen aus Fe_2O_3 -Partikeln in einem geeigneten Bindermaterial ausgebildet, deren Zwischenräume zur Erhöhung der mechanischen Stabilität mit einem nichtmagnetischen Füllstoff 25 ausgefüllt sind. Die oben beschriebene photolithographische Einrichtung erlaubt es nun, die gesamte Oberfläche einer herkömmlichen Magnetplatte mit einer einzelnen Belichtung so zu strukturieren, daß in einem nachfolgenden (Trocken-)Ätzprozeß die gewünschte Stäbchenstruktur entsteht. Die seit vielen Jahren bewährten 30 Prozesse bei der Herstellung von Magnetplatten einerseits und der Photolithographie andererseits werden somit zu einem neuen Herstellverfahren für Magnetplatten sehr hoher Speicherdichte zusammengeführt.

Ein weiteres bevorzugtes Anwendungsgebiet der oben beschriebenen photolithographischen Einrichtung betrifft die Herstellung hochwirksamer Kühlrippen für integrierte Schaltkreise mit einer sehr hohen Anzahl einzelner, 5 sehr dünner Kühlstifte, durch deren Zwischenräume ein Kühlmittel fließt.

Auch optische Informationsspeichermedien der Art, wie sie in der PCT-Anmeldung WO 83/00943 beschrieben sind, 10 können mit dem hier beschriebenen Verfahren hergestellt werden.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nun anhand von Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

15

Fig. 1 einen Querschnitt durch eine erste Ausführungsform der photolithographischen Einrichtung zur Erläuterung des prinzipiellen Strahlenverlaufs;

20

Fig. 2 eine schematische Darstellung der Erzeugung eines holographischen Phasengitters, das als Strahlteiler in einer Einrichtung nach Fig. 1 verwendet wird;

25

Fig. 3 den schematischen Strahlengang eines zweiten Ausführungsbeispiels der photolithographischen Einrichtung;

30

Fig. 4 einen pyramidenförmigen Spiegel, wie er in in der Einrichtung nach Fig. 3 verwendet wird;

35

Fig. 5 den schematischen Strahlenverlauf in einem geneigten Parabolspiegel, wie er in der Einrichtung nach Fig. 3 verwendet wird;

Fig. 6 eine schematische perspektivische Ansicht einer aus einzelnen Ferritstäben aufgebauten Magnetschicht mit vertikaler Magnetisierungsrichtung und

5

Fig. 7 die Herstellungsschritte für eine Magnetschicht nach Fig. 6.

Fig. 1 zeigt einen Querschnitt durch eine erste Ausführungsform der photolithographischen Einrichtung mit deren prinzipiellem Strahlengang. Ein kollimiertes Laserlichtbündel 1 trifft von links kommend auf ein optisches Kreuzgitter 2, dessen Aufsicht bei Bezugzeichen 2a dargestellt ist. Das Gitter 2, dessen Herstellung 10 noch im einzelnen besprochen wird, ist so ausgestaltet, daß ein Großteil der im Strahlenbündel 1 eintreffenden Lichtenergie in ausgewählte Beugungsordnungen abgelenkt wird, beispielsweise in die ± 1 . Beugungsordnungen 3 bzw. 4 mit dem Beugungswinkel $\delta/2$. Da die Beugung durch 15 ein Kreuzgitter erfolgt, treten neben den gezeichneten abgelenkten Lichtbündeln noch die beiden vor bzw. hinter der Zeichenebene liegenden ersten Beugungsordnungen auf. Eine Sammellinse 5, die im Abstand ihrer Brennweite f_1 vom Kreuzgitter 2 angeordnet ist, fokussiert die 20 ausgewählten Beugungsordnungen auf eine Lochblende 6, die im Abstand f_1 hinter der Linse 5 steht und deren Aufsicht bei Bezugszeichen 6a wiedergegeben ist. Die Lochblende 6 enthält beispielsweise vier symmetrisch angeordnete Öffnungen, die auf die vier ersten Beugungsordnungen ausgerichtet sind, so daß nur diese hindurchtreten können, während alle anderen unerwünschten 25 Beugungsordnungen (z.B. das ungebeugte Licht) abgeblendet bleiben. 30

Die vier Öffnungen der Lochblende wirken somit als vier Strahlungsquellen, die untereinander kohärent sind und interferenzfähige Lichtwellen erzeugen. In einer Sammellinse 7, die im Abstand ihrer Brennweite f_2 von der

5 Lochblende 6 angeordnet ist, werden die divergierenden Lichtbündel zu Parallelbündeln umgeformt, die ebene Wellenfronten aufweisen und hinter dem optischen System 7 unter einem Winkel ϵ gegeneinander verlaufen. In dem durch Kreuzsraffur gekennzeichneten Überlappungsge-

10 10 biet der parallelen Lichtbündel entsteht ein kreuzgitterartiges Interferenzfeld 8, in das ein Substrat 9 mit einer photoempfindlichen Oberfläche gebracht wird, beispielsweise eine Magnetplatte.

15 Bei dieser Anordnung ist die Gitterkonstante G des Interferenzfeldes 8 in etwa gleich der Gitterkonstanten g des Objektgitters 2. Nach der Beugungstheorie lassen sich nämlich die beiden Gitterkonstanten darstellen als:

20

$$g = \frac{\lambda}{\sin \frac{\delta}{2}} \quad G = \frac{\lambda}{2 \sin \frac{\epsilon}{2}}$$

Aus der Geometrie des Strahlenverlaufs folgt die Beziehung:

25

$$\frac{\tan \frac{\delta}{2}}{\tan \frac{\theta}{2}} = \frac{f_2}{f_1}$$

Für $f_2 = 2f_1$ und kleinen Winkeln δ, θ (bei denen der Tangens ungefähr gleich dem Sinus gesetzt werden kann),

30 ergibt sich durch Einsetzen $g \sim G$; andere Verhältnisse g/G können durch entsprechende Wahl der Brennweiten eingestellt werden.

Zur Belichtung eines Objekts 9 mit einem Durchmesser von ungefähr 40 cm (entsprechend dem gängigen Durchmes-

ser bekannter Magnetplatten) kann ein optisches System mit den folgenden Konstruktionsparametern verwendet werden:

5 Durchmesser des Objektgitters 2: 20 cm,
Durchmesser des optischen Systems 5: 42 cm; $f_1 = 30$ cm,
Durchmesser des optischen Systems 7: 62 cm; $f_2 = 60$ cm.

10 Als Lichtquelle kann beispielsweise ein leistungsfähiger Excimer-Laser mit einer Ausgangsstrahlung im Ultraviolettbereich verwendet werden.

15 Wenn Interferenzfelder 8 mit möglichst idealer Periodizität erzeugt werden sollen, muß die Qualität der verwendeten optischen Bauteile hohen Anforderungen genügen. Dies gilt insbesondere für das kollimierende optische System 7, für das bevorzugt spiegelnde Abbildungselemente ohne Linsensysteme verwendet werden. Einzelheiten dazu werden in dem zweiten Ausführungs-
20 beispiel erläutert.

25 Zur Herstellung des Objektgitters 2 bieten sich ebenfalls Interferenzverfahren an, da ein hoher Beugungswirkungsgrad für ausgewählte Beugungsordnungen gefordert wird, sowie eine große Oberfläche und eine möglichst kleine Gitterkonstante, um beispielsweise bei der Herstellung von Magnetplatten eine hohe magnetische Speicherdichte zu erzielen. Die im Stand der Technik bekannten, sog. holographischen Phasengitter genügen
30 diesen Anforderungen und können entsprechend Fig. 2 dadurch erzeugt werden, daß ein Photolack, wie er auch in der Halbleiterindustrie verwendet wird, in das Interferenzfeld zweier sich unter Winkeln θ schneidender ebener kohärenter Wellen 21, 22 gebracht wird. Bei der
35 anschließenden Entwicklung des Photolacks entsteht eine

sinusförmige Reliefstruktur, die dem Gitter ausgezeichnete Beugungseigenschaften vermittelt. Die Gitterkonstante g wird dabei durch die bekannte Interferenzbeziehung

5

$$g = \frac{\lambda}{2 \sin \theta}$$

bestimmt. Man kann sie durch Änderung des Einfallswinkels der ebenen Wellen in weiten Grenzen ändern. Gitter 10 mit Gitterkonstanten im Bereich von 1 μm wurden schon hergestellt, so daß in der oben beschriebenen photolithographischen Einrichtung auch großflächige Objekte mit einem periodischen Muster derselben Größenordnung versehen werden können.

15

Fig. 3 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel einer photolithographischen Einrichtung, die zur Erzeugung der interferierenden Wellenfelder spiegelnde Abbildungsflächen verwendet. Ein Laser 30 erzeugt ein Ausgangsbündel, das von einer Linse 31 auf eine Lochblende 32 fokussiert wird, die als räumliches Filter zur Aussonderung unerwünschter Strahlanteile dient. Das Laserbündel wird dann über eine abbildende Linse 33 auf ein holographisches Kreuz-Phasengitter 34 der eben besprochenen Art fokussiert, das im wesentlichen die gesamte auftreffende Energie in die ersten Beugungsordnungen ablenkt. Alle vier ersten Beugungsordnungen (von denen B1 und B2 in der Zeichenebene der Fig. 3 liegen, während die beiden weiteren hinter bzw. vor der Zeichen-30 ebene verlaufen) werden durch ein optisches System 35 in einem Punkt F fokussiert und anschließend die davon ausgehenden divergenten Bündel an den vier Seiten eines Spiegels reflektiert, der die Form einer (abgeschnittenen) Pyramide aufweist. Eine schematische perspektivische Ansicht dieses Spiegels ist in Fig. 4 wiedergege-35

ben. Die Mittelfläche des Spiegels kann geschwärzt werden, um Licht zu unterdrücken, das durch Gitter 34 ungebeugt hindurchgegangen ist; stattdessen kann aber auch in der Mittelfläche ein Photoempfänger angebracht 5 werden, der aus dem ungebeugten Licht die gesamte zur Verfügung stehende Lichtmenge mißt und so den Belichtungsvorgang steuert.

Die vier an den Spiegelflächen reflektierten Bündel 10 langen jeweils zu einem von vier Umlenkspiegeln 37 in Form von abgeschnittenen Rotationsparaboloiden, deren Brennpunkte alle in dem Punkt P auf der optischen Achse liegen. Die Schnittlinien von zwei dieser parabolischen Spiegel mit der Zeichenebene von Fig. 3 tragen die Be- 15 zugszeichen 37a, 37b (die beiden anderen Spiegel liegen vor bzw. hinter der Zeichenebene). Die Parabolospiegel erzeugen aus den divergierenden Bündeln jeweils Bündel parallelen Lichts (z.B. 38a, 38b) mit ebenen Wellen- fronten und Bündelachsen (z.B. 39a, 39b), die mit der 20 optischen Achse des Systems Winkel α bilden. In dem schraffiert dargestellten räumlichen Überlappungsfeld 40 entsteht dann ein Interferenzfeld, in das eine zu strukturierende Oberfläche 41 gebracht werden kann, die mit einem Photolack oder einem anderen photoempfindli- 25 chen Material bedeckt ist. Im Photolack entsteht dann ein Belichtungsmuster nach Art eines Kreuzgitters, das mit den üblichen lithographischen Techniken ausgeätzt und weiterverarbeitet werden kann. Die Gitterkonstante g dieses Kreuzmusters wird durch Einstellung der Win- 30 kel α gewählt, indem Spiegel 36 und die Parabolospiegel 37 entsprechend justiert werden. Die Gitterkonstante g wird durch die Beziehung:

$$g = \frac{\lambda}{2 \sin \alpha}$$

35

bestimmt.

GE 983 035

Der Strahlenverlauf in den schräg zur optischen Achse angeordneten Parabolspiegeln 37 ist in Fig. 5 zur besseren Darstellung noch einmal schematisch wiedergegeben.

5

Anstelle der Paraboloidschalen 37 können auch reflektierende Fresnel-Linsen eingesetzt werden, die in sehr großen Abmessungen (bis zu Quadratmetern) käuflich sind und ebenfalls eine Kollimierung der Beugungsordnungen ermöglichen. Auch ebene Spiegel können die Paraboloidschalen ersetzen, wobei dann allerdings die Gitterkonstante in dem erzeugten Interferenzfeld vom jeweils betrachteten Ort abhängt.

15

Durch die mit der photolithographischen Einrichtung nach der Erfindung ermöglichte großflächige Strukturierung von Oberflächen in einem einzigen Belichtungsschritt können magnetische Oberflächen-Schichtspeicher auf wirtschaftliche Weise mit photolithographischen Verfahren hergestellt werden.

20

Fig. 6 zeigt die Struktur eines derartigen Oberflächen-speichers, bei dem aufrechtstehende Ferritstäbe mit einem Querschnitt von einigen μm^2 und einer Höhe von ungefähr $10 \mu\text{m}$ eng nebeneinander auf einem Substrat angeordnet sind. Die Abstände zwischen den Ferritstäben sind durch ein nichtmagnetisches Füllmaterial ausgefüllt, um die mechanische Stabilität zu erhöhen. Die für praktische Zwecke erforderliche Fläche mit derartigen Ferritstäben kann bis zu $0,5 \text{ m}^2$ betragen.

35

Fig. 7 zeigt die wesentlichen Herstellungsschritte für eine Magnetschicht nach Fig. 6. Das Substrat 72, beispielsweise eine diamantgedrehte Aluminiumscheibe, wird mit einer Ferritschicht 71 bedeckt, wie sie auch bei

den herkömmlichen Magnetplatten verwendet wird, deren Magnetisierung in der Oberflächenebene selbst liegt. Über der Ferritschicht 71 wird eine Photolackschicht 70 aufgebracht und anschließend das gesamte Substrat in

5 das Interferenzfeld nach Fig. 1 oder Fig. 3 gebracht. Die kreuzgitterartige Intensitätsverteilung in dem Interferenzfeld führt zu entsprechenden Löslichkeitsveränderungen im Photolack, so daß sich nach dessen Entwicklung auf der Ferritschicht 71 regelmäßig angeordnete Photolackinseln ergeben, deren Schnitt Fig. 7B darstellt. In einem nachfolgenden Ätzprozeß wird die Ferritschicht an allen Stellen entfernt, die nicht durch die verbleibenden Photolackbedeckungen geschützt sind. Um Unterätzungen bei den sehr tiefen Ätzkanälen

10 zu vermeiden, werden dazu vorzugsweise Trockenätzverfahren eingesetzt, beispielsweise reaktives Ionenätzen. Die so hergestellte dichte Anordnung von aufrechtstehenden Ferritstäbchen wird dann mit einem geeigneten Füllmaterial ausgegossen, so daß die in Fig. 7C dargestellte Struktur mit dem nichtmagnetischen Füllmaterial

15 73 entsteht. Die Oberfläche dieser Magnetschicht kann dann in üblicher Weise geschliffen und poliert werden.

Eine weitere Anwendung der hier vorgeschlagenen photolithographischen Einrichtung besteht in der Herstellung

25 von hochwirksamen Kühlkörpern, beispielsweise für integrierte Schaltungen. Dazu wird auf einem geeigneten Material, beispielsweise Silicium, eine Struktur von aufrechtstehenden Nadeln, ähnlich den Ferritstäben nach

30 Fig. 6, erzeugt, deren Zwischenräume jedoch aber offen gelassen werden und als Kanäle für eine dort fließende Kühlflüssigkeit dienen. Wird dieser Kühlkörper in Kontakt mit einer integrierten Schaltung gebracht, so kann die dort erzeugte Wärme sehr wirksam abgeführt werden.

Die Anordnung der schlanken Nadeln in einem magnetischen Oberflächenspeicher mit vertikaler Magnetisierung oder bei einem Kühlkörper braucht nicht unbedingt regelmäßig im Sinne einer Matrix zu sein; es genügt,
5 wenn eine ausreichend hohe Nadeldichte vorliegt, selbst wenn die Nadeln selbst nur unregelmäßig verteilt sind. Derartige Nadelschichten lassen sich auf photolithographischem Wege auch ohne ein Interferenzfeld zweier überlagerter ebener Wellen erzeugen. Es genügt dazu,
10 die mit einem Photolack bedeckte Schicht durch einen Laserstrahl zu beleuchten, der aufgrund seiner ihm innewohnenden sehr hohen Kohärenz ein unregelmäßiges Intensitätsmuster erzeugt, das sog. Speckle-Muster. Die Größe der einzelnen Lichtpunkte kann dabei durch die
15 Größe der verwendeten Apertur eingestellt werden.

7.
- Leerseite -

FIG.1

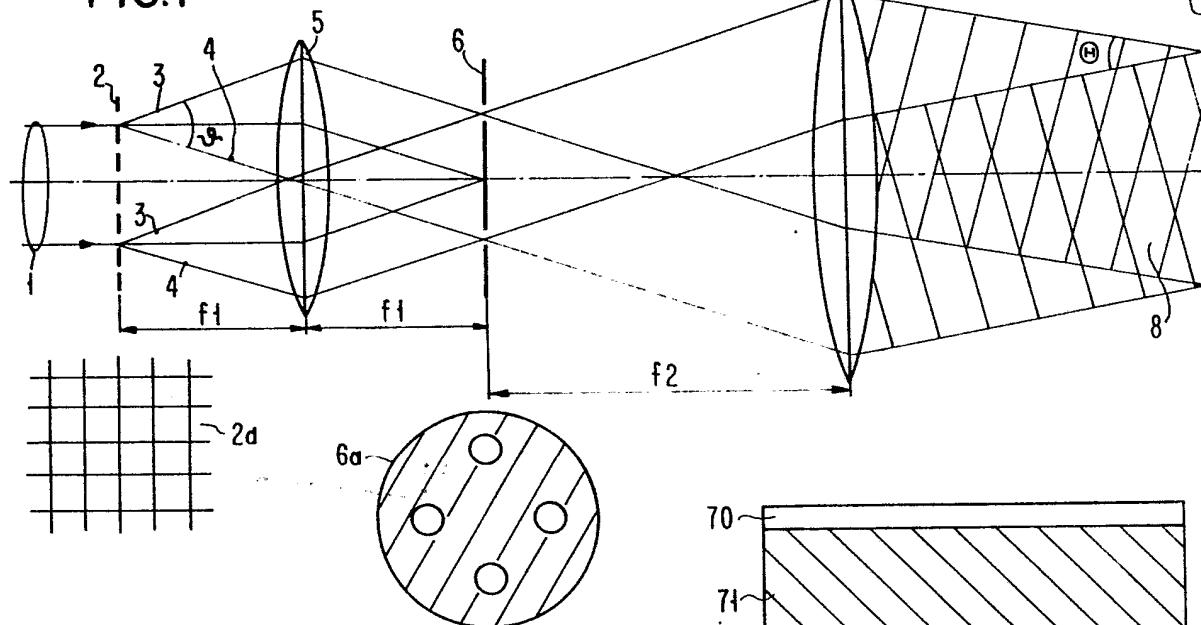


FIG. 7A

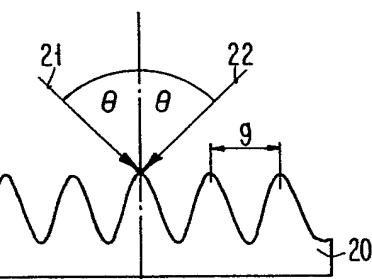
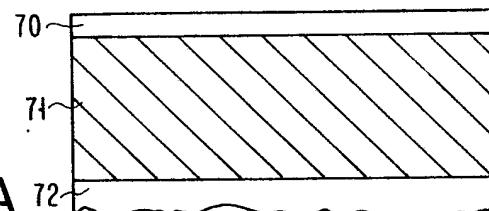


FIG.2

FIG.7B

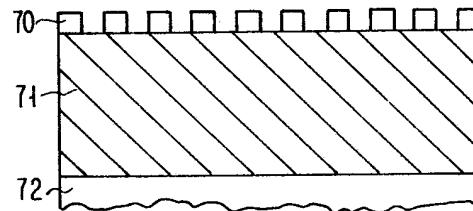


FIG.7C

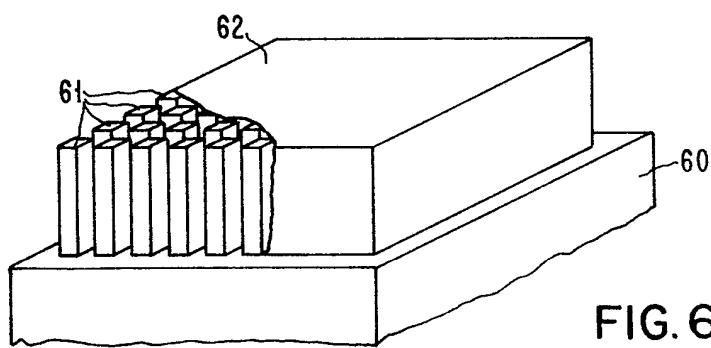
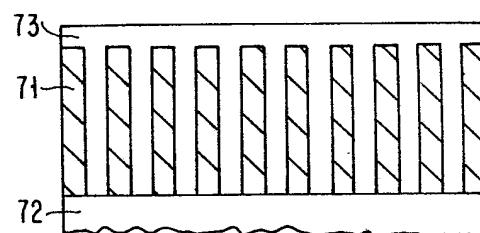


FIG.6

3404673

2/2

P.

FIG. 3

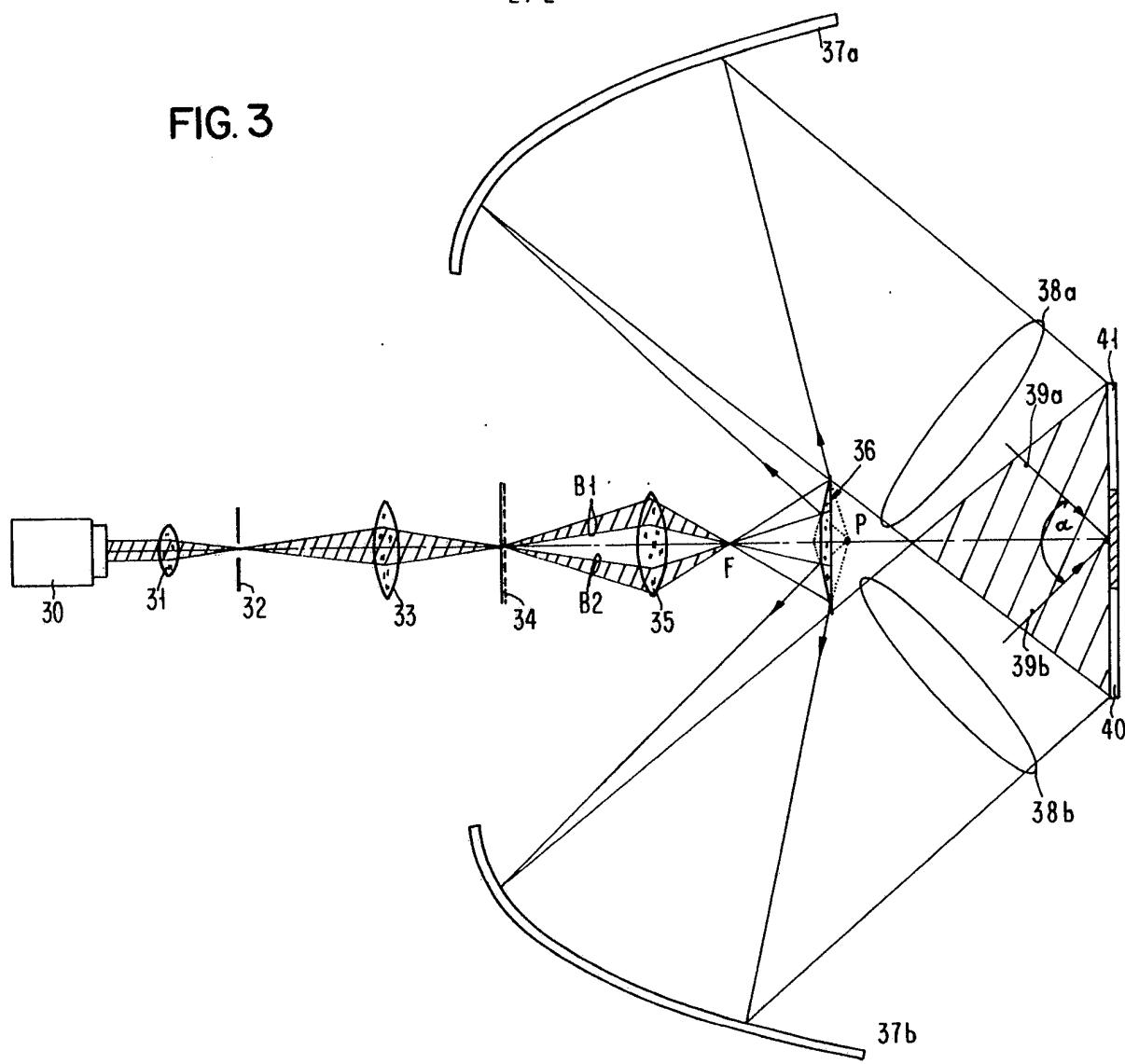


FIG. 4

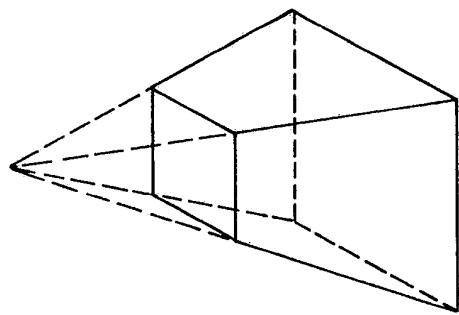


FIG. 5

